

地盤における間隙水圧の計測方法に関する研究

岡山大学環境理工学部 正会員 西垣 誠
 電源開発㈱ 正会員 広岡光太郎
 岡山大学大学院 学生員 松尾雄一郎

1. はじめに

間隙水圧計を用いて多層帯水層の水圧を計測する場合、経費の面から単一孔内に多数の間隙水圧計を深さ方向へと多段に設置する方法を用いる場合がある。この際、同一ボーリング孔内に複数の計測器を挿入することによる器具同士の干渉が考えられる。そこでこの干渉を防ぐもの、すなわち遮水材として用いられている粒形状圧縮ベントナイトの他に粒形状遅延圧縮ベントナイト、ベントナイトセメントモルタル、セメントペーストを対象として浸透特性試験と遮水性の検討を行い、室内実験により多数の間隙水圧計の挙動を計測し、遮水材として有効な物質を求める。

2. ベントナイトおよびセメントの浸透特性

前述のように、ベントナイトおよびセメントを対象として浸透特性試験および遮水性の検討を行った。

表-1 比重・間隙率・乾燥単位体積重量

Sample	Dry unit weight(gf/cm ³)	Specific gravity	Void ratio
Bentonite pellet	1.63	1.97	0.52
Pel plug (TR-30)	2.04	3.05	0.69
Pel plug (TR-60)	2.06	3.14	0.58

まずベントナイトは、比重および間隙率を表-1に示す。ベントナイトは吸水膨張する性質があるが、この点に関して水中落下、膨潤量、膨潤圧の試験を行った。膨潤量、膨潤圧は容器に一定量投入し定常になった結果である。それぞれ図-1、表-2、表-3に示す。膨潤量は塩水中の場合、比較的少なかった。現場ではあらかじめ採水を行い、アクリル管で投入するベントナイトの膨潤量を把握しておく必要がある。ベントナイトペ

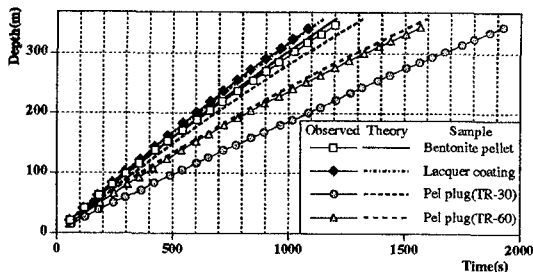


図-1 水中落下時間と距離の関係

表-2 膨潤量測定結果(24時間経過後)

Sample	Bentonite pellet	Pel plug (TR-30)	Pel plug (TR-60)
試料に対する膨潤比 (真水)	1.49	2.14	2.58
試料に対する膨潤比 (塩水)	1.2	1.2	1.43

表-3 膨潤圧測定結果

Sample	Bentonite pellet	Pel plug (TR-30)	Pel plug (TR-60)
Swelling pressure(kPa)	1570	1070	1000

レットが膨潤量と異なり膨潤圧が最も大きいのは表-1に示したように容器内の間隙率が他に比べ、小さいためである。また、圧密試験を行い、それと同時に透水試験を行うことで遮水性の検討をした。e-log P 曲線を図-2、透水試験結果を表-4に示す。

次に、セメントに関して収縮確認試験、一軸圧縮試験を行った。一軸圧縮試験は適用可能な深度を把握するために行った。結果を表-5、表-6に示す。なお、収縮試験はあらかじめ試料投直後の透水係数を算定しておき、時間における透水係数の変化を調べることで行った。

以上、それぞれの結果よりいずれも遮水性に関しては遮水材として用いることが可能と考えられる。

表-4 透水試験結果

Sample	Bentonite pellet	Pel plug (TR-30)	Pel plug (TR-60)
Void ratio	1.65	2.11	1.88
k(cm/s)	6.43E-08	9.82E-08	9.17E-08
Void ratio	1.4	1.82	1.58
k(cm/s)	2.86E-08	3.27E-08	2.62E-08

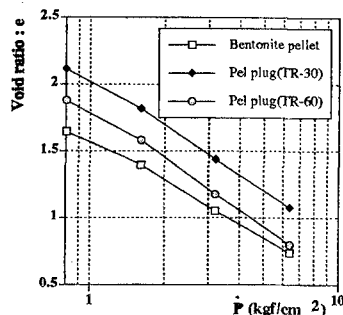


図-2 e-log P 曲線

表-5 収縮確認試験

Period (day)	Cement paste(cm/s)	Cement paste in additive(cm/s)	Bentonite cement mortar(cm/s)
1	3.32E-06	*****	6.76E-06
3	3.47E-06	8.38E-07	6.36E-06
7	3.95E-06	8.52E-07	7.03E-06

表-6 一軸圧縮試験結果

Curing period(day)	Compressive strength (kPa)
1	2180
3	6540
7	8940
28	14670

3. 間隙水圧計測による遮水性の検討

ベントナイトおよびセメントを、実際の地盤をモデル化したものに適用し、インパクトを与えることにより上部・下部層での間隙水圧挙動を検討することで、現場での適用の可否を言及するため実験を行った。実験装置の概念図を図-3に示す。

実験方法は下部の第2帯水層から揚水を行い、上部の第1帯水層の地下水位の変動を計測する方法で行うと、連成解析を行わなくても浸透問題だけで議論できる¹⁾という点に着目し、ある一定圧力から下部の圧力を低下させ、上部の間隙水圧計の挙動を計測することで、遮水性の確認を行った。試験結果を図-4に示す。いずれもまさ土層とほぼ同じ挙動を示していることからベントナイトおよびセメントは現場での適用が可能と思われる。

なお、セメントを遮水材とした場合、上層の埋め戻し材を投入した際にセメントが拡散した。現場では、なるべく地上からの投下は避けるようにトリー管を用いると良い。

4. おわりに

本実験において、いずれも遮水材としての有用性を確認できた。現場では投入の煩雑さを考えると、ベントナイトペレットを用いる方が有効であると言える。その際、採水を行い膨潤量を事前に知る必要がある。なお揚水井で遮水層を形成する場合は流速の関係上、セメントが適していると思われる。また、遮水材上層の埋め戻し材は砂利が適していると思われる。

この研究で得た結果よりもっとも理想的な方法を図-5に提案する。各計測地点に、シンフレックスチューブを埋め戻しを行う際に設置しておき、遮水を確認する層の下層の地下水をポンプで吸い上げ、上層の間隙水圧計の挙動を観測することで上層の上下の遮水性の確認が行える。

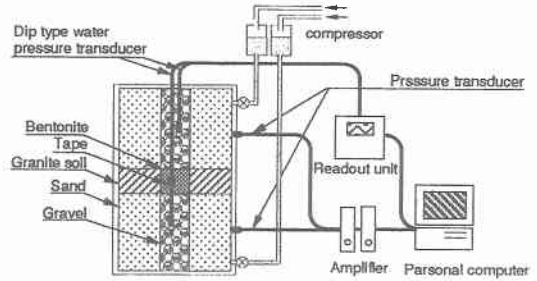


図-3 実験装置概念図

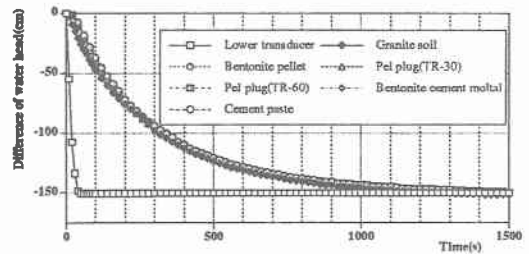


図-4 間隙水圧計の挙動

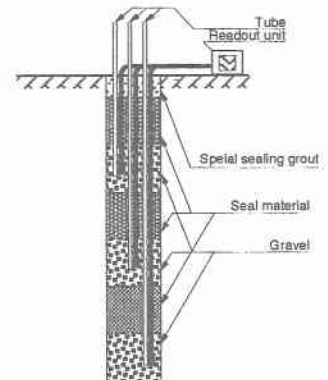


図-5 現場での遮水性の確認

<参考文献>

- 1) 西垣 誠・竹下祐二・河野伊一郎・中屋眞司：多層地盤での大深度地下掘削における地下水深度のための浸透特性の計測法とその検討例，地下水学会，第31巻，第4号，pp. 189-198，1989。